

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



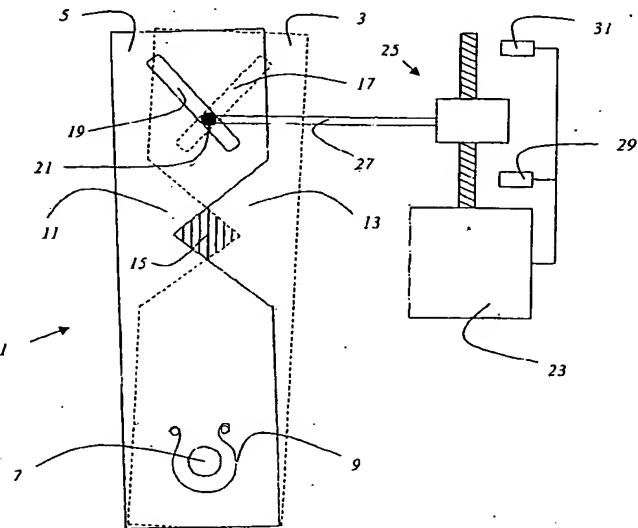
DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Gebrauchsmusterschrift
⑯ DE 202 05 079 U 1

⑯ Int. Cl. 7:
G 03 B 9/06
G 02 B 21/00
G 02 B 26/10

⑯ Inhaber:
Leica Microsystems Heidelberg GmbH, 68165
Mannheim, DE

⑯ Variable Lochblende und konfokales Scanmikroskop
⑯ Variable Lochblende mit zwei relativ zueinander beweglichen Blendenbacken, dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenbacken um eine gemeinsame Drehachse drehbar sind.



DE 202 05 079 U 1

DE 202 05 079 U 1

Variable Lochblende und konfokales Scanmikroskop

Die Erfindung betrifft eine variable Lochblende mit zwei relativ zueinander beweglichen Blendenbacken.

5 Die Erfindung betrifft weiterhin ein konfokales Scanmikroskop mit einer variablen Lochblende mit zwei relativ zueinander beweglichen Blendenbacken.

Variable Blenden sind in der Optik in vielen Ausführungsformen bekannt. Als einfachste ist die Revolverblende zu nennen, bei der auf einem drehbaren 10 Revolver mehrere Blenden unterschiedlicher Öffnung angebracht sind, die in einen Strahlengang einbringbar sind. Eine kontinuierliche Veränderung der Blendenöffnung ist bei Revolverblenden nicht möglich.

Die Öffnungsweite von Irisblenden ist kontinuierlich einstellbar. Irisblenden weisen jedoch einen sehr aufwendigen Aufbau auf und sind daher für 15 Anwendungen, die Öffnungsweiten im Submillimeterbereich, wie beispielsweise in der konfokalen Mikroskopie, erfordern nicht sinnvoll einsetzbar.

Insbesondere für kleine Öffnungsweiten sind Katzenaugenblenden, die auch als Aubert-Blenden bekannt sind, besonders geeignet. Bei diesem Bländentyp

sind zwei linear gegenläufig bewegbare Schieber so geformt, dass sie eine viereckige, in der Regel quadratische, Öffnung formen, die sich bei der Bewegung der Schieber in der Größe verändert. Katzenaugenblenden lassen sich mit sehr hoher Genauigkeit herstellen, wobei die Herstellung einer

5 exakten Führung der Schieber aufwendig ist, insbesondere, wenn gewährleistet sein soll, dass das Zentrum der Blendenöffnung bei Variation der Öffnungsweite ortsfest bleibt.

Aus der Deutschen Offenlegungsschrift DE 199 02 624 A1 ist eine optische Anordnung zum spektralen Auffächern eines Lichtstrahles bekannt, die

10 insbesondere in der konfokalen Mikroskopie einsetzbar ist. Die optische Anordnung ist dadurch gekennzeichnet, dass sie einen polygonförmigen Durchtritt hat. Dies wirkt sich sehr vorteilhaft auf das spektrale Auflösungsvermögen aus.

In der Scannmikroskopie wird eine Probe mit einem Lichtstrahl beleuchtet, um

15 das von der Probe emittierte Reflexions- oder Fluoreszenzlicht zu beobachten. Der Fokus eines Beleuchtungslightstrahles wird mit Hilfe einer steuerbaren Strahlablenkeinrichtung, im Allgemeinen durch Verkippen zweier Spiegel, in einer Objektebene bewegt, wobei die Ablenkachsen meist senkrecht aufeinander stehen, so dass ein Spiegel in x-, der andere in y-Richtung 20 ablenkt. Die Verkippung der Spiegel wird beispielsweise mit Hilfe von Galvanometer-Stellelementen bewerkstelligt. Die Leistung des vom Objekt kommenden Lichtes wird in Abhängigkeit von der Position des Abtaststrahles gemessen. Üblicherweise werden die Stellelemente mit Sensoren zur Ermittlung der aktuellen Spiegelstellung ausgerüstet.

25 Speziell in der konfokalen Scannmikroskopie wird ein Objekt mit dem Fokus eines Lichtstrahles in drei Dimensionen abgetastet.

Ein konfokales Rastermikroskop umfasst im Allgemeinen eine Lichtquelle, eine Fokussieroptik, mit der das Licht der Quelle auf eine Lochblende – die sog. Beleuchtungsblende – fokussiert wird, einen Strahlteiler, eine

30 Strahlablenkeinrichtung zur Strahlsteuerung, eine Mikroskopoptik, eine Detektionsblende und die Detektoren zum Nachweis des Detektions- bzw.

Fluoreszenzlichtes. Das Beleuchtungslicht wird über einen Strahlteiler eingekoppelt. Das vom Objekt kommende Fluoreszenz- oder Reflexionslicht gelangt über die Strahlablenkeinrichtung zurück zum Strahlteiler, passiert diesen, um anschließend auf die Detektionsblende fokussiert zu werden,

- 5 hinter der sich die Detektoren befinden. Detektionslicht, das nicht direkt aus der Fokusregion stammt, nimmt einen anderen Lichtweg und passiert die Detektionsblende nicht, so dass man eine Punktinformation erhält, die durch sequentielles Abtasten des Objekts zu einem dreidimensionalen Bild führt. Meist wird ein dreidimensionales Bild durch schichtweise Bilddatennahme
- 10 erzielt, wobei die Bahn des Abtastlichtstrahles auf bzw. in dem Objekt idealer Weise einen Mäander beschreibt. (Abtasten einer Zeile in x-Richtung bei konstanter y-Position, anschließend x-Abtastung anhalten und per y-Verstellung auf die nächste abzutastende Zeile schwenken und dann, bei konstanter y-Position, diese Zeile in negative x-Richtung abtasten u.s.w.). Um 15 eine schichtweise Bilddatennahme zu ermöglichen, wird der Probentisch oder das Objektiv nach dem Abtasten einer Schicht verschoben und so die nächste abzutastende Schicht in die Fokusebene des Objektivs gebracht.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Lochblende anzugeben, die bei einfacher Konstruktion insbesondere auf kleine Öffnungsweiten exakt 20 einstellbar ist und die gleichzeitig kompakt ist.

Die Aufgabe wird durch eine Lochblende gelöst, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Blendenbacken um eine gemeinsame Drehachse drehbar sind.

Es ist weiterhin Aufgabe der Erfindung, ein konfokales Scanmikroskop anzugeben, das eine gesteigerte eine exakte Tiefendiskriminierung erlaubt 25 und gleichzeitig bei kompakter Bauweise kostengünstiger herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird durch ein konfokales Scanmikroskop mit mindestens einer variablen Lochblende gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Blendenbacken um eine gemeinsame Drehachse drehbar sind.

Die Erfindung hat den Vorteil, dass sie bei sehr hoher optischer Genauigkeit 30 eine flache kompakte Bauweise ermöglicht, die Grundvoraussetzung für kurze, leicht justierbare Strahlengänge ist.

Die Blendenbacken weisen eine gemeinsame Drehachse auf, um die sie einzeln in einer scherenartigen Bewegung gleichzeitig gegensinnig drehbar sind.

In einer bevorzugen Ausgestaltung weisen die Blendenbacken, analog zur

5 Katzenaugenblende, je eine Einkerbung auf, die gemeinsam eine Durchtrittsöffnung definieren. Der Abstand der Einkerbungen zu der Drehachse ist dabei vorteilhafter Weise so groß, dass die Verkippung der Einkerbungen bei der Veränderung der Öffnungsweite keine nennenswerten Einfluss auf die Blendenform hat.

10 Vorzugsweise sind die Einkerbungen v-förmig, um eine Rechteckige Blendenform zu erzeugen. Ist nur eine Blendenbacke eingekerbt erhält man eine dreieckige Blendenöffnung.

In einer bevorzugen Ausgestaltung bestehen die Blendenbacken aus übereinander angeordneten dünnen Blechen.

15 In einer besonders bevorzugten Ausführung weist zumindest eine Blendenbacke eine in der Drehebene liegende Führungskerbe auf, in die ein Antriebsdorn eingreift. In einer ganz besonders bevorzugten Ausführung weisen die Blendenbacken zueinander spiegelsymmetrisch angeordnete Führungskerben aufweisen, in die ein einziger Antriebsdorn angreift.

20 In einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die Blendenbacken motorisch angetrieben. Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsform, bei der die beiden Blendenbacken einen gemeinsamen motorischen Antrieb aufweisen. Der motorische Antrieb ist beispielsweise als Linearantrieb ausgeführt, der die beiden Blendenbacken über eine Schubstange, an der das Antriebsdorn befestigt ist, bewegt.

25

In einer anderen Ausgestaltung ist ein Antrieb über Excenter vorgesehen. Andere Arten des Antriebs sind möglich, wobei wichtig ist, dass das Öffnungszentrum beim Verstellen möglichst genau in der Mitte bleibt und dass vorteilhafter Weise in irgendeiner Form (beispielsweise durch die

30 Hebelverhältnisse oder die Gewindesteigung) eine Untersetzung vom Antrieb zur Lochgröße vorhanden ist um Verstellgenauigkeiten im Bereich von

30.03.02

Mikrometern zu erreichen.

Ganz besonders vorteilhaft ist der Einsatz der Lochblende in einem konfokalen Scanmikroskop. Die erfindungsgemäße Lochblende bildet in einer bevorzugen Ausgestaltung die Detektionslochblende und ggf. eine weitere erfindungsgemäße Lochblende oder die Beleuchtungslochblende.

5 In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend beschrieben, wobei gleich wirkende Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Dabei zeigen:

Fig. 1 Eine erfindungsgemäße Lochblende,

10 Fig. 2 eine Blendenbacke einer erfindungsgemäßen
Lochblende,

Fig. 3 ein erfindungsgemäßes Scanmikroskop.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße, motorisch angetriebene Lochblende 1, die einen ersten Blendenbacken 3 und einem zweiten Blendenbacken 5 beinhaltet, die übereinander angeordnet um eine Drehachse 7 drehbar sind. Um eine exakte Drehbewegung der Blendenbacken 3, 5 zu erreichen ist ein nicht gezeigtes präzises Gleitlager vorgesehen. Die Blendenbacken 3, 5 werden von einer Feder 9 auseinandergedrückt. Die erste Blendenbacke 3 weist eine erste v-förmige Einkerbung 11 auf. Die zweite Blendenbacke 5 weist eine zweite v-förmige Einkerbung 13 auf. Die Einkerbungen 11, 13 bilden die Blendenöffnung 15, die schraffiert dargestellt ist. Die erste Blendenbacke 3 weist einen ersten Führungsschlitz 17; die zweite Blendenbacke 5 weist einen zweiten Führungsschlitz 19 auf; in beide Führungsschlitz, die spiegelsymmetrisch zueinander angeordnet sind, greift ein Antriebsdorn 21 ein, der von einem Motor 23 über einen Spindeltrieb 25 und ein Gestänge 27 angetrieben beide Blendenbacken 3, 5 gegensinnig um die Drehachse 7 drehend bewegt. Zum Schutz vor Beschädigungen sind zwei Endschalter 29, 31 vorgesehen, die den Fahrweg des Spindeltriebs 25 begrenzen und die als Lichtschrankenschalter ausgeführt sind.

30 Fig. 2 zeigt eine Blendenbacke 3 einer erfindungsgemäßen Lochblende in

einer Einzelansicht. Die Blendenbacke 3 weist einen Führungsschlitz 17 auf und eine Öffnung 37 zur drehbaren Befestigung an einer Drehachse über ein Lager. Weiterhin weist die Blendenbacke 3 eine Einkerbung 13 auf, deren Kanten 33, 35 durch Ätzen hochgenau hergestellt sind.

5

Fig. 3 zeigt schematisch ein konfokales Scanmikroskop. Der von einem Beleuchtungssystem 37 kommende Lichtstrahl 39 wird von einem Strahlteiler 41 zum Scanmodul 43 reflektiert, das einen kardanisch aufgehängten Scanspiegel 45 beinhaltet, der den Strahl durch die Mikroskopoptik 47 hindurch über bzw. durch das Objekt 49 führt. Der Lichtstrahl 39 wird bei nicht transparenten Objekten 49 über die Objektoberfläche geführt. Bei biologischen Objekten 49 (Präparaten) oder transparenten Objekten kann der Lichtstrahl 39 auch durch das Objekt 49 geführt werden. Dies bedeutet, dass aus verschiedenen Fokusebenen des Objekts nacheinander durch den Lichtstrahl 39 abgetastet werden. Die nachträgliche Zusammensetzung ergibt dann ein dreidimensionales Bild des Objekts 49. Der vom Beleuchtungssystem 37 kommende Lichtstrahl 39 ist als durchgezogene Linie dargestellt. Das vom Objekt 49 ausgehende Licht 51 gelangt durch die Mikroskopoptik 47 und über das Scanmodul 43 zum Strahlteiler 41, passiert diesen und trifft auf Detektor 53, der als Photomultiplier ausgeführt ist. Das vom Objekt 49 ausgehende Licht 51 ist als gestrichelte Linie dargestellt. Im Detektor 53 werden elektrische, zur Leistung des vom Objekt ausgehenden Lichtes 51 proportionale Detektionssignale erzeugt und an die Verarbeitungseinheit 55 weitergegeben. Die verarbeiteten Bilddaten werden über einen PC 57 auf einem Monitor 59 als Bild 61 dargestellt. Die bei einem konfokalen Scanmikroskop üblicherweise vorgesehene variable Beleuchtungslochblende 63 und die Detektionslochblende 65 sind erfindungsgemäß als variable Lochblenden mit zwei drehbar gelagerten Blendenbacken ausgeführt und von zwei Motoren 71, 73 angetrieben. Die Blendenweiten der Detektionslochblende 65 und der Beleuchtungslochblende 63 kann vom Benutzer über den PC 57, an dem eine Eingabeeinheit 65 angeschlossen ist, und die Verarbeitungsarbeit 55 eingestellt werden. Auf

30.03.02

einem Monitor 59 sind ein erster und ein zweiter Slider 67 und 69 dargestellt, über die der Benutzer die Eingabe vornimmt. Der Benutzer kann die Auswirkungen der Verstellung der Slider 67, 69 in Echtzeit am Bild 59 ablesen.

- 5 Die Erfindung wurde in Bezug auf eine besondere Ausführungsform beschrieben. Es ist jedoch selbstverständlich, dass Änderungen und Abwandlungen durchgeführt werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

30.03.00

Bezugszeichenliste:

1	Lochblende
3	erste Blendenbacke
5	5 zweite Blendenbacke
7	Drehachse
9	Feder
11	erste Einkerbung
13	zweite Einkerbung
10	15 Blendenöffnung
17	erster Führungsschlitz
19	zweiter Führungsschlitz
21	Antriebsdorn
23	Motor
15	25 Spindeltrieb
27	Gestänge
29	Endschalter
31	Endschalter
33	Kante
20	35 Kante
37	Öffnung
39	Lichtstrahl
41	Strahlteiler
43	Scanmodul
25	45 Scanspiegel

30.03.02

9

47	Mikroskopoptik
49	Objekt
51	Licht
53	Detektor
5	55 Verarbeitungseinheit
57	PC
61	Monitor
63	Beleuchtungslochblende
65	Detektionslochblende
10	67 Slider
69	Slider
71	Motor
73	Motor

15

Hf

MF 300205079 U1

Patentsprüche

1. Variable Lochlende mit zwei relativ zueinander beweglichen Blendenbacken, dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenbacken um eine gemeinsame Drehachse drehbar sind.
- 5 2. Lochblende nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenbacken je eine Einkerbung aufweisen, die gemeinsam eine Durchtrittsöffnung definieren.
3. Lochblende nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Einkerbungen v-förmig ist.
- 10 4. Lochblende nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenbacken gleichzeitig gegensinnig drehbar sind.
5. Lochblende nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenbacken übereinander angeordnet sind.
- 15 6. Lochblende nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Blendenbacke eine in der Drehebene liegende Führungskerbe aufweist, in die ein Antriebsdorn eingreift.
7. Lochblende nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenbacken zueinander spiegelsymmetrisch Angeordnete Führungskerben
- 20 aufweisen, in die ein einziger Antriebsdorn angreift.
8. Lochblende nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenbacken motorisch angetrieben sind.
9. Lochblende nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenbacken einen gemeinsamen motorischen

30.03.02

Antrieb aufweisen.

10. Konfokales Scanmikroskop mit mindestens einer variablen Lochblende mit zwei relativ zueinander beweglichen Blendenbacken, dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenbacken um eine gemeinsame Drehachse drehbar sind.
5
11. Konfokales Scanmikroskop nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenbacken je eine Einkerbung aufweisen, die gemeinsam eine Durchtrittsöffnung definieren.
12. Konfokales Scanmikroskop nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Einkerbungen v-förmig ist.
10
13. Konfokales Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenbacken gleichzeitig gegensinnig drehbar sind.
14. Konfokales Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
15 dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenbacken übereinander angeordnet sind.
15. Konfokales Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Blendenbacke eine in der Drehebene liegende Führungskerbe aufweist, in die ein Antriebsdorn eingreift.
- 20 16. Konfokales Scanmikroskop nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenbacken zueinander spiegelsymmetrisch angeordnete Führungskerben aufweisen, in die ein einziger Antriebsdorn angreift.
17. Konfokales Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 10 bis 16,
25 dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenbacken motorisch angetrieben sind.
18. Konfokales Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenbacken einen gemeinsamen motorischen Antrieb aufweisen.
- 30 19. Konfokales Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 10 bis 18,

30-000-002

12

dadurch gekennzeichnet, dass die Lochblende eine Detektionslochblende ist.

20. Konfokales Scannmikroskop nach einem der Ansprüche 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Lochblende eine Beleuchtungslochblende ist.

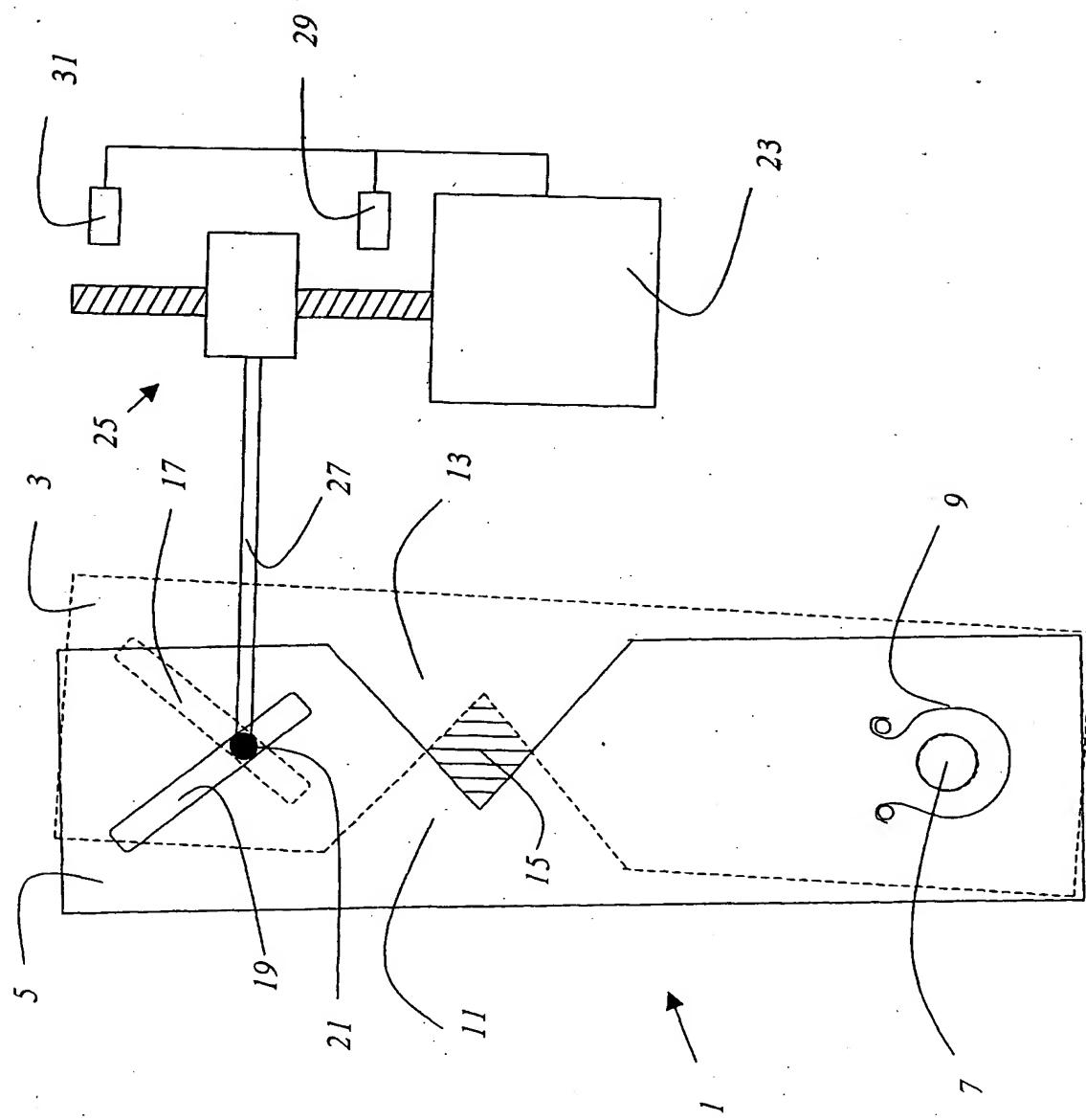
5

Hf

DE 3000 000 079 01

30.03.02

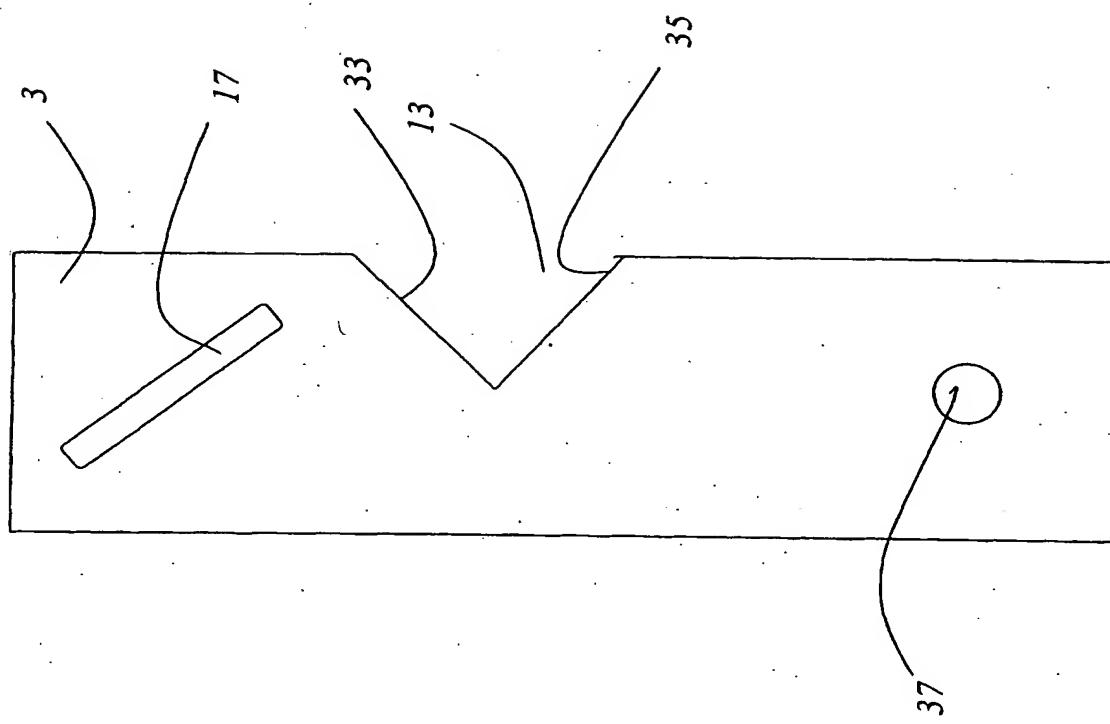
Fig. 1



RF 2000 05 079 01

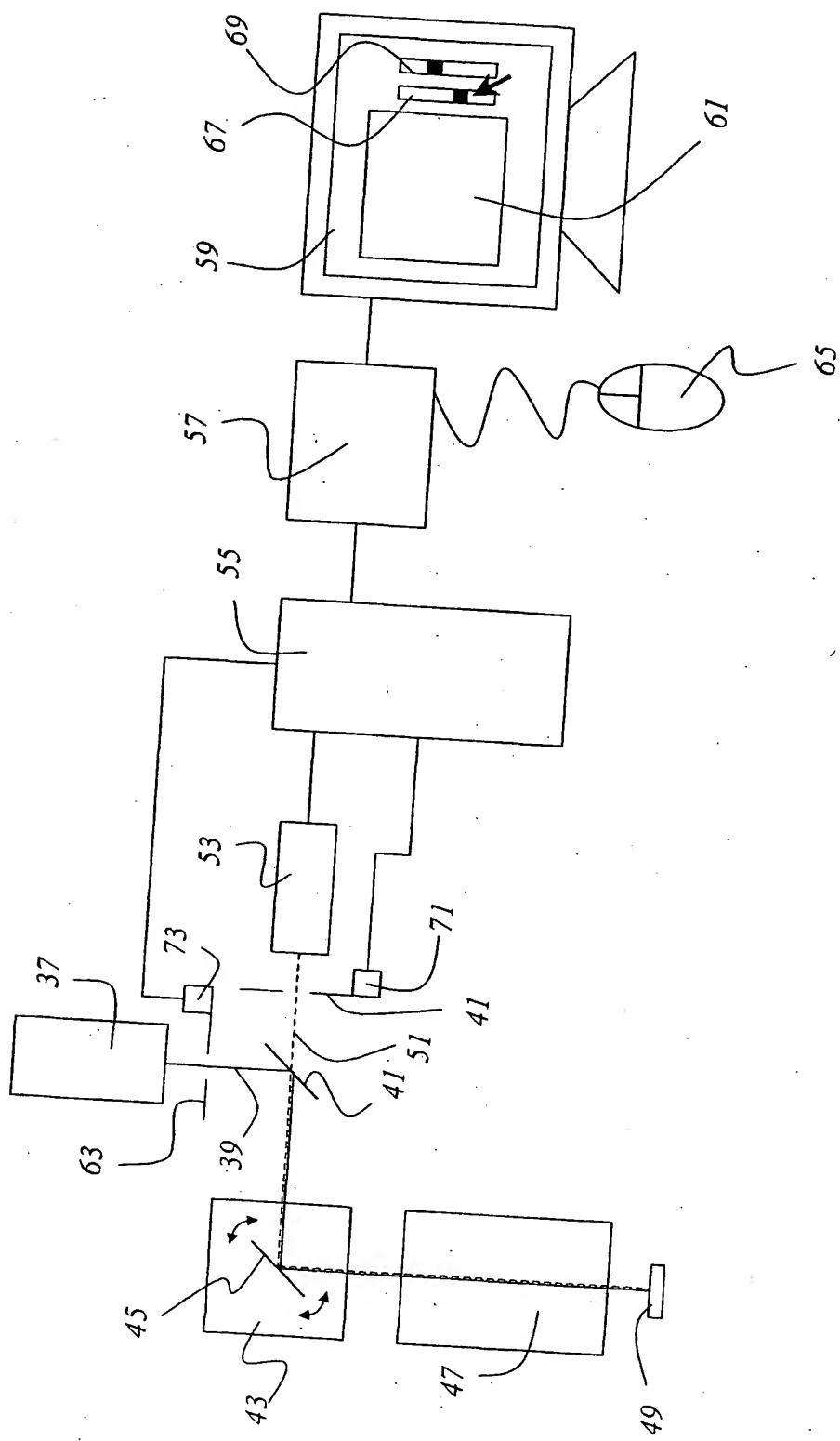
30-03-02

Fig. 2



MF 00000000079 001

30.03.02



3
Eig.

RF 00005079 01